

Bio-Porter Sebagai Spesimen Container Transport Alternatif Berbasis Thermoelectric Cooler System

Yudha Anggit Jiwantoro¹, Rabi'unnisa Sulaimah^{2*}, Arief Taufikurrahman³,
Wa'dah Salsabila², Zurriatun Toyyibah², Maruni Wiwin Diarti¹

¹ Jurusan Analis Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Mataram

² Prodi D-IV Teknologi Laboratorium Medik, Poltekkes Kemenkes Mataram

³ Prodi Ilmu Falak, Universitas Islam Negeri Mataram

Email : icharabiunnisa25@gmail.com

Informasi Artikel	ABSTRAK
Submit: 08 – 10 – 2020 Diterima: 15 – 09 – 2021 Dipublikasikan: 30 – 09 – 2021	Keakuratan hasil laboratorium dipengaruhi oleh stabilitas spesimen selama proses pengiriman. Penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi berupa spesimen <i>container transport</i> berbasis <i>thermoelectric cooler system</i> yang diberi nama <i>Bio-Porter</i> dalam mempertahankan stabilitas spesimen klinis. Jenis penelitian ini adalah <i>Pra Experimental</i> dengan rancangan penelitian berupa <i>One Group Pretest-Posttest Design</i> . Sampel pada penelitian adalah spesimen darah yang diambil dengan teknik <i>accidental sampling</i> pada mahasiswa berjumlah 5 orang yang diberi perlakuan yakni penyimpanan spesimen darah dalam <i>Bio-Porter</i> pada suhu 6°C selama 12 jam dan 24 jam lalu diukur kadar kolesterol total dan glukosa darah. Berdasarkan hasil uji statistik <i>Oneway Anova</i> diperoleh nilai sig. sebesar 0,857 yang berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna terhadap stabilitas spesimen pada spesimen darah sebelum dan setelah disimpan dalam <i>Bio-Porter</i> suhu 6°C selama 12 jam dan 24 jam. Sehingga <i>Bio-Porter</i> sebagai <i>specimen container transport</i> berbasis <i>thermoelectric cooler system</i> dapat mempertahankan stabilitas spesimen. Kata kunci: <i>Bio-Porter, Suhu Penyimpanan, Stabilitas Spesimen</i>
Penerbit	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang	The accuracy of laboratory results is affected by the stability of the specimen during the shipping process. This study aims to make an innovation in the form of a thermoelectric cooler system-based transport container specimen, which is named Bio-Porter in maintaining the stability of clinical specimens. This type of research is Pre Experimental with a research design in the form of One Group Pretest-Posttest Design. The samples in this study were blood specimens taken by accidental sampling technique, 5 students were treated, namely storage of blood specimens in Bio-Porter at 6°C for 12 and 24 hours and then total cholesterol and blood glucose levels were measured. Based on the results of the Oneway Anova statistical test, the sig value was obtained. of 0.857 which means that there is no significant difference in the stability of the specimens in blood specimens before and after being stored in the Bio-Porter at 6°C for 12 hours

and 24 hours. So that the Bio-Porter as a specimen transport container based on a thermoelectric cooler system can maintain specimen stability.

Key words: *Bio-Porter, Storage Temperature, Specimen stability*

Copyright ©2021, Bioeduca: Journal of Biology Education

PENDAHULUAN

Spesimen klinis adalah bahan yang berasal dan/atau diambil dari tubuh manusia untuk tujuan diagnostik, penelitian, pengembangan, pendidikan, dan/atau analisis lainnya dan penyakit infeksi berpotensi pandemik (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2009). Pada pemeriksaan laboratorium klinik, hampir semua pengukuran kimiawi darah membutuhkan spesimen darah berupa *whole blood*, plasma dan serum. Pemeriksaan laboratorium tiap parameternya harus dilakukan segera. Akan tetapi bila diperlukan untuk pengiriman dan penundaan pemeriksaan yang disebabkan karena pemadaman listrik, kerusakan alat, reagen yang habis dan jumlah spesimen yang banyak, maka spesimen harus disimpan. Sehingga hasil yang akurat dari laboratorium tergantung pada spesimen yang tiba dalam kondisi baik (Hartini dan Suryani, 2016; Tarigan, 2018; Balada-Llasat dkk., 2019).

Dalam pedoman pemeriksaan kimia klinik ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas spesimen seperti kontaminan oleh kuman dan bahan kimia, terkena paparan sinar matahari, pengaruh suhu dan metabolisme dari sel-sel hidup seperti sel darah (Hartini dan Suryani, 2016). Suhu memegang peranan penting dalam menjaga stabilitas spesimen (Tarigan, 2018; Balada-Llasat dkk., 2019). Sehingga spesimen yang dikirim dari lokasi pengumpulan ke fasilitas laboratorium pengujian harus dipertahankan pada suhu yang dingin untuk memastikan stabilitas spesimen. Terganggunya rantai dingin selama kegiatan transportasi spesimen dapat menyebabkan degradasi spesimen dan mengurangi akurasi pengujian (Lowe et al., 2020). Spesimen yang akan dikirim ke laboratorium lain, harus mengikuti beberapa prosedur di antaranya yaitu, spesimen disimpan pada suhu tertentu dan tidak boleh lebih lama dari persyaratan stabilitas spesimen dan spesimen yang akan dikirim dikemas sesuai dengan prosedur kerja yang ditetapkan (Mardiana & Rahayu, 2017).

Umumnya terdapat tiga komponen pendingin yang biasa digunakan dalam pengiriman spesimen yakni paket es/gel, es kering dan nitrogen cair. Kelemahan dari penggunaan es kering dan nitrogen cair adalah mengeluarkan gas yang dapat menyebabkan sesak napas (Wolking, 2013). Selain itu telah dilakukan penelitian sejak 1966 oleh Chief dkk., mengenai penggunaan es kering menunjukkan bahwa penggunaan es kering (CO₂ padat) untuk pengawetan serum tidak terlalu praktis dan membutuhkan biaya yang mahal. Penelitian mengenai penggunaan nitrogen cair sebagai komponen pendingin spesimen memiliki kelemahan yakni terhadap risiko tumpahan nitrogen selama pengiriman semen beku, sehingga diperlukan penggunaan pengirim kering khusus tetapi biayanya mahal (Abdussamad dkk., 2015). Selain itu penggunaan paket es/gel dinilai kurang praktis karena membutuhkan waktu selama 12-24 jam untuk membekukan paket es/gel dalam freezer ($\pm -18^{\circ}\text{C}$) untuk mencapai dingin maksimal (Wolking, 2013).

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pengembangan wadah pendingin yang ramah lingkungan, praktis dan ekonomis. Berdasarkan hal tersebut, *Thermoelectric cooler* (TEC) dipilih sebagai alternatif komponen pendingin. Pendingin termoelektrik (*thermoelectric cooler*) adalah alat pendingin yang menggunakan elemen peltier dalam sistemnya sebagai pompa kalor (Putra dan Repi, 2015). *Peltier* merupakan suatu elemen dengan lapisan keramik yang mempunyai dua lapisan. Lapisan pertama akan menyerap panas dan lapisan kedua akan mengeluarkan panas. Lembaran yang menyerap panas akan memberikan efek pendingin atau pembekuan (Alaoui, 2011). *Thermoelectric Peltier* menggunakan energi listrik secara langsung untuk memompa kalor. Keunggulan pendingin *thermoelectric peltier* dibandingkan pendingin konvensional yakni pengoperasiannya aman, masa pakai yang lama, ketahanan yang kuat dan tidak menimbulkan masalah kerusakan lingkungan, baik itu penipisan lapisan ozon maupun *global warming* (Gong dkk., 2019; Chen dkk., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin melakukan inovasi untuk penelitian yaitu membuat spesimen *container transport* berbasis *thermoelectric cooler system* yang diberi nama *Bio-Porter* dalam mempertahankan stabilitas spesimen klinis.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Pra Experimental* dengan rancangan penelitian berupa *One Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan penyimpanan spesimen dalam *Bio-Porter* pada suhu 6°C selama 12 jam dan 24 jam terhadap stabilitas spesimen, dimana kelompok eksperimen menerima perlakuan lalu dilakukan pengukuran (*posttest*), kemudian membandingkan hasilnya dengan kelompok *pretest* sebelum diberi perlakuan (Notoatmodjo, 2010).

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa Poltekkes Kemenkes Mataram. Sedangkan sampel pada penelitian ini adalah spesimen darah berupa *whole blood* dan serum yang diambil dengan cara *non probability sampling* dengan teknik *accidental sampling* pada mahasiswa jurusan Analis Kesehatan berjumlah 5 orang. Pemilihan teknik *accidental sampling* dikarenakan pandemi Covid-19 dan pemberlakuan PSBB, sehingga penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan (*accidental*) bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila orang yang ditemui cocok sebagai objek penelitian (Notoatmodjo, 2010).

Komponen yang digunakan dalam perakitan *Bio-Porter* adalah 2 buah *Peltier Cooling system* 12 volt, DHT11, Wemos D1 Mini, *box container* ukuran 37,5 cm x 25 cm x 22,5 cm, kipas DC 12 volt 0,18 Ampere, *box sterofom* ukuran 35 cm x 24cm x 20 cm, alumunium foil, baterai litium 12 volt 20 Ampere, *power supply* 12 volt 20 Ampere. Alat yang digunakan untuk pengukuran data adalah fotometer 5010 v5+ merk human, glukosameter merk *autochek*, spuit 3 cc, *tourniquet*, tabung

antikoagulan EDTA dan tabung reaksi. Adapun bahan yang dipakai adalah reagen untuk parameter pemeriksaan Kolesterol merk human, Strip glukosa merk *autochek*, kapas alkohol, kapas kering serta spesimen darah berupa *whole blood* dan serum.

Tahap perakitan *Bio-Porter* menggunakan *box container* ukuran 37,5cm x 25cm x 22,5cm yang didalamnya memuat *box sterofoam* yang dilapisi alumunium foil, *peltier cooling system* sebanyak 2 buah pada sisi kanan dan kiri sebagai sumber dingin dalam *container*. Selanjutnya didalam *Bio-Porter* disematkan sensor DHT11 sebagai pembaca suhu kemudian diolah oleh Wemos D1 mini, yang selanjutnya informasi suhu akan terbaca pada layar LCD mini dan android dengan aplikasi *Blynk*. Sumber listrik yang digunakan pada *Bio-Porter* adalah baterai lithium 12 volt 20 Ampere.

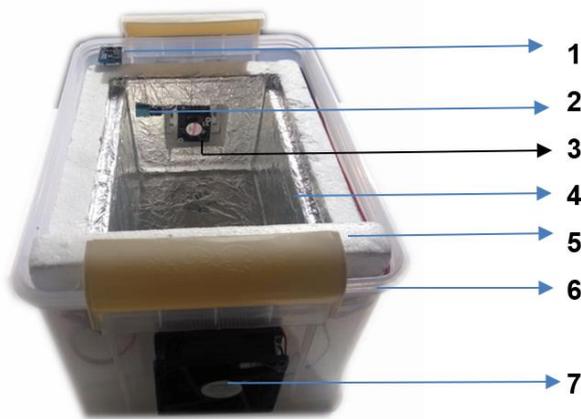
Tahap pengujian *prototype Bio-Porter*, spesimen darah berupa *whole blood* dan serum disimpan dalam dalam *Bio-Porter* dengan suhu 6°C selama 12 jam dan 24 jam. Selanjutnya, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah menggunakan *whole blood* metode POCT dan kolesterol total menggunakan serum metode CHOD-PAP, kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran pada spesimen segar (*pretest*) untuk mengukur stabilitas spesimen. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan uji statistik *Oneway Anova* dengan bantuan program komputer SPSS versi 22 pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran *Prototype Bio-Porter*



Gambar 1. Tampilan *Bio-Porter* Tampak Depan (Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Keterangan :

- 1 : Wemos D1 Mini
- 2 : DHT11
- 3 : *Peltier*, Alumunium fin, dan kipas dalam menyebarkan suhu dingin
- 4 : Lapisan Alumunium foil
- 5 : *Sterofoam*
- 6 : *Box Container* Plastik
- 7 : Kipas mengeluarkan suhu panas

Gambar 2. Bagian-bagian *Bio-Porter* (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Suhu *Bio-Porter* Sebagai Spesimen *Container Transport* Berbasis *Thermoelectric Cooler System*

Suhu dingin yang diperoleh oleh *Bio-Porter* dihasilkan dari penggunaan 2 buah peltier *Thermoelectric Cooler System* 12 volt 6 Ampere. Suhu optimal yang mampu dicapai oleh *Bio-Porter* yakni 6 °C dengan waktu preparasi selama 1 jam.

Pengukuran Stabilitas Spesimen Yang Disimpan Pada *Bio-Porter* Selama 12 Jam dan 24 Jam dan Sebelum Disimpan Pada *Bio-Porter* (0 Jam)

a) Pengukuran Stabilitas spesimen

Kadar spesimen yang diukur sebanyak 5 sampel dengan dua parameter pemeriksaan, yakni pemeriksaan kadar kolesterol total menggunakan serum dan pemeriksaan kadar glukosa darah menggunakan *whole blood* yang diberi perlakuan yakni penyimpanan pada *Bio-Porter* selama 12 jam dan 24 jam kemudian dibandingkan dengan hasil pemeriksaan spesimen segar.

Tabel 1. Data Stabilitas Spesimen pada Pemeriksaan Kolesterol Total yang Disimpan dalam *Bio-Porter* Selama 12 jam dan 24 jam

No	Sampel	Kadar Kolesterol Total (mg/dl)			Keterangan
		Spesimen segar	Spesimen Simpan		
			12 Jam	24 Jam	
1	A	148	146	143	Serum
2	B	153	148	144	Serum
3	C	217	207	204	Serum
4	D	204	197	180	Serum
5	E	140	142	135	Serum
Rerata		172,40	168,40	161,20	

Dari hasil pemeriksaan kadar kolesterol total diperoleh rerata pada spesimen serum segar sebesar 172,40 mg/dl dan rerata kadar kolesterol setelah dilakukan penyimpanan selama 12 jam yakni menjadi 168,40 mg/dl dan penyimpanan selama 24 jam menjadi 161,20 mg/dl.

Tabel 2. Data Stabilitas Spesimen pada Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah yang Disimpan dalam *Bio-Porter* Selama 12 jam dan 24 jam

No	Sampel	Kadar Glukosa Darah (mg/dl)	Keterangan
----	--------	-----------------------------	------------

		Spesimen segar	Spesimen Simpan		
			12 Jam	24 Jam	
1	A	117	115	103	Whole Blood
2	B	115	110	107	Whole Blood
3	C	103	97	96	Whole Blood
4	D	85	84	83	Whole Blood
5	E	90	85	80	Whole Blood
	Rerata	102,00	98,20	93,80	

Dari hasil pemeriksaan kadar glukosa darah diperoleh rerata pada spesimen *whole blood* segar sebesar 102,00 mg/dl dan rerata kadar glukosa darah setelah dilakukan penyimpanan selama 12 jam yakni menjadi 98,20 mg/dl dan penyimpanan selama 24 jam menjadi 93,80 mg/dl.

b) Analisis Data

Uji Normalitas

Uji normalitas pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) bertujuan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Shapiro-Wilk*.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

	Perlakuan	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Stabilitas Spesimen	0 jam	.836	5	.153
	12 jam	.789	5	.066
	24 jam	.869	5	.295

Tabel 3. menunjukkan bahwa pengukuran stabilitas spesimen pada kadar kolesterol total dan kadar glukosa darah sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan masing-masing nilai probabilitasnya adalah 0,153, 0,066 dan 0,295 yang menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi normal yakni lebih besar dari nilai $p (> 0,05)$.

Uji Statistik *Oneway Anova*

Oneway Anova bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan stabilitas spesimen pada hasil pemeriksaan glukosa darah dan kolesterol total sebelum serta setelah penyimpanan selama 12 jam dan 24 jam pada *Bio-Porter*. Uji *Oneway Anova* dilakukan dengan bantuan komputer program SPSS versi 22 pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4. Hasil Statistik *Oneway Anova* pada Stabilitas Spesimen Sebelum dan Setelah Disimpan Pada *Bio-Porter* Selama 12 jam dan 24 jam

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	322.133	2	161.067	.157	.857
Within Groups	12345.200	12	1028.767		
Total	12667.333	14			

Tabel 4. menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena nilai probabilitas yang diperoleh adalah $0,857 > 0,05$. Sesuai kriteria uji *oneway anova*

yaitu jika nilai signifikan (P) > 0,05 tidak memiliki perbedaan yang bermakna dari hasil stabilitas spesimen sebelum dan setelah disimpan pada *Bio-Porter* untuk pemeriksaan kolesterol total dan pemeriksaan glukosa darah.

Penelitian yang telah dilakukan terkait *Bio-Porter* sebagai spesimen *container transport* berbasis *thermoelectric cooler system* dalam mempertahankan stabilitas spesimen klinis diperoleh data suhu *Bio-Porter* dan pengukuran stabilitas spesimen.

Bio-Porter merupakan sebuah *prototype* sebagai *spesimen container transport* alternatif berbasis *thermoelectric cooler system* yang memiliki fungsi sebagai wadah penyimpanan spesimen pada proses pengiriman yang dilengkapi dengan sensor suhu DHT11 yang dapat dipantau melalui android yang telah terpasang aplikasi *Blynk* maupun layar LCD mini pada *container*. Terbentuknya suhu dingin dalam *Bio-Porter* yakni ketika arus DC dialirkan ke elemen peltier akan mengakibatkan mengalirnya elektron dari tingkat energi yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi, sehingga terdapat perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin pada elemen peltier, apabila suhu lingkungan rendah maka suhu peltier dingin, begitupun sebaliknya apabila suhu lingkungan tinggi maka suhu peltier tidak terlalu dingin. Perbedaan suhu antara kedua sisi adalah sekitar 20-30 °C (Iskandar, 2009).

Berdasarkan hasil pengujian preparasi *Bio-Porter* selama 60 menit diperoleh suhu optimal yang terdeteksi oleh sensor DHT11 dan tercatat pada layar LCD Mini adalah 6°C. *Bio-Porter* dapat mempertahankan temperaturnya jika telah mencapai suhu yang diinginkan karena adanya sistem pengontrolan Wemos D1 Mini sehingga pemakaian power dari baterai jadi lebih optimal (Putra dan Repi, 2015). Penggunaan *peltier* sebagai elemen pendingin juga diteliti oleh Putra dan Repi., (2015) dengan membuat kotak pendingin berbasis termoelektrik untuk aplikasi penyimpanan vaksin dan obat-obatan, kotak pendingin tersebut mampu mempertahankan temperatur setelah dilakukan pengujian selama 120 menit dengan temperatur 18,4°C.

Pengujian *Bio-Porter* sebagai *spesimen container transport* alternatif berbasis *thermoelectric cooler system* pada spesimen klinis untuk mengetahui *performance Bio-Porter* dalam mempertahankan stabilitas spesimen. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan pengukuran kadar kolesterol total metode CHOD-PAP dan glukosa darah metode POCT, masing-masing menggunakan spesimen darah berupa serum dan *whole blood*. Pemilihan spesimen tersebut karena mudah diperoleh dan menjadi salah satu spesimen yang banyak digunakan untuk penentuan diagnostik.

Ketahanan stabilitas spesimen erat kaitannya dengan faktor pra-analitik yaitu perbedaan interval waktu pemeriksaan dari satu spesimen dengan spesimen lainnya. Selain itu juga pengaruh suhu di sekitar spesimen yang dapat mempengaruhi senyawa-senyawa kimiawi didalamnya selama menunggu untuk diperiksa. Oleh karena itu, dalam pengujian *Bio-Porter* diberi perlakuan dengan menyimpan spesimen selama 12 jam dan 24 jam kemudian dibandingkan dengan spesimen segar yang tidak diberi perlakuan. Dalam penelitian ini tidak didapatkan perbedaan yang signifikan pada kadar kolesterol dan glukosa darah terhadap spesimen yang

disimpan selama 12 jam dan 24 jam dalam *Bio-Porter* suhu 6°C dengan yang diperiksa langsung. Hal tersebut didukung oleh penelitian Nadja (1988) yang menyebutkan bahwa spesimen *whole blood* akan stabil dalam waktu 8 jam pada 25 °C dan stabil selama 72 jam pada penyimpanan 2-8 °C. Sedangkan spesimen serum dapat stabil selama 5-7 hari pada suhu 2-8 °C. Stabilitas tersebut dapat sesuai jika cara penyimpanan dan alat penyimpan telah memenuhi syarat (Hartini dan Suryani, 2016)

SIMPULAN DAN SARAN

Bio-Porter sebagai spesimen *container transport* berbasis *thermoelectric cooler system* dapat mempertahankan stabilitas spesimen klinis dengan suhu optimal yang dicapai sebesar 6°C. Bagi peneliti selanjutnya, dapat melakukan inovasi dalam menciptakan spesimen *container transport* alternatif dengan komponen pendingin lainnya dan melakukan uji perbandingan dengan alat konvensional serta perlu dilakukan uji coba lebih lanjut terhadap efektivitas *Bio-Porter* sebagai spesimen *container transport* alternatif berbasis *thermoelectric cooler system* dengan menggunakan spesimen ataupun parameter pemeriksaan lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan ridhoNya maka penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua yang selalu memberi *support* dan kasih sayang tanpa henti dan juga kepada almamater tercinta Poltekkes Kemenkes Mataram, Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Poltekkes Kemenkes Mataram serta segenap pihak baik yang terlibat langsung maupun tidak langsung atas segala bantuannya. Semoga dapat memberikan informasi yang berguna dikemudian hari dan mohon maaf atas kekurangan dalam penulisan artikel ini.

RUJUKAN

- Abdussamad, A. M., Gaulty, M., & Holtz, W. (2015). 'Temporary storage of bovine semen cryopreserved in liquid nitrogen on dry ice and refreezing of frozen-thawed semen'. *Cryo-Letters*, 36(4).
- Alaoui, C. (2011). Peltier Thermoelectric Modules Modeling and Evaluation Chakib. *International Journal of Engineering*, 5, 114–121.
<https://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2010.03.001>
- Balada-Llasat, O.-M. dkk. (2019). 'Clinical Specimen Collection Manual for Trainers'. The Ohio State University.
- Chen, L., dkk. (2020). 'Thermodynamic modeling and analysis of an air-cooled small space thermoelectric cooler'. *European Physical Journal Plus*, 135(1).
- Chief, T. G., dkk. (1966). 'Freezing and Transport of Sera in Liquid Nitrogen at -150 °C to -196 °C'. *Arch. Immun*, 14(5).
- Gong, T., dkk. (2019). 'Thermo-mechanical analysis on a compact thermoelectric cooler'. *Energy*, 172.
- Hartini, Supri dan Suryani, Maria Eka. (2016). *Uji Kualitas Serum Simpanan Terhadap Kadar Kolesterol Dalam Darah*. Jurnal Ilmiah Manuntung 2(1)

- Iskandar, F. N. (2009). *Penerapan Sistem Pendinginan Bertingkat Pada Kotak Pendingin Darah Berbasis Termoelektrik Dan Heat Pipe*. Universitas Indonesia.
- Lowe, D. E., dkk. (2020). 'Analysis and modeling of coolants and coolers for specimen transportation'. *PLOS ONE*.
- Mardiana, & Rahayu, I. G. (2017). *Pengantar Laboratorium Medik*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Marjani, Abdoljalal. 2008. *Effect of Storage Time and Temperature on Serum Analytes*. American Journal of Applied Sciences .
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2009). 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 657/Menkes/Per/Viii/2009 Tentang Pengiriman Dan Penggunaan Spesimen Klinik, Materi Biologik Dan Muatan Informasinya'. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Notoatmodjo, S. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta.
- Putra, F. C., & Repi, V. V. R. (2015). 'Perancangan Dan Pembuatan Kotak Pendingin Berbasis Termoelektrik Untuk Aplikasi Penyimpanan Vaksin Dan Obat-Obatan'. *Jurnal Ilmiah Giga*.
- Tarigan, O. N. (2018). *Perbedaan Hasil Urinalisis Metode Dipstik Pada Urin Segar, Urin Simpan 4 Jam Suhu Riangan dan Urin Simpan 4 Jam Suhu 2° C-8° C*. Universitas Lampung.
- Wolking, D. (2013). *Guide Implementing a Cold Chain for Safe Sample Transport and Storage*. USA : USAID & PREDICT.